

研 究 報 文

大豆新発酵食品の製造について

足立 晃 太 郎* 亀 井 光 子**

霊 山 満 佐 子*** 黒 田 美 千 代****

I 緒 論

大豆の主な加工食品中、蛋白質の高消化率を示すのは豆腐であるが、豆腐製造中に相当量の栄養分が失われ大豆の栄養価より劣ると云われる。納豆の消化率は豆腐には劣るが栄養価の高い食品である。著者等は大豆蛋白質の完全利用を目的として豆腐における高消化率、納豆における蛋白質の完全利用の両点を兼備した大豆加工食品の製造を試みた。大豆を粉碎することにより豆腐と同様に消化率を高め、さらに納豆の栄養価と嗜好性を備えたものとすべく、大豆粉に納豆菌を納豆製造と同条件の下で作用させ、上述の目的を達成しようと試みた。

製品製造中の大豆の消化率、栄養価の変化を知るため、総窒素、蛋白性窒素、可溶性窒素、アミノ性窒素、スクレイン窒素量の経時的变化を測定した。

II 実 験 の 部

1 原 試 料

京都市販「鶴の子」品種

原試料の一般成分：常法により定量した結果、次の通りであった。

水 分	13%
粗 蛋 白	33%
粗 脂 肪	16%
粗 灰 分	5%

2 供試料の調製

大豆の一定量を水に24時間浸漬する。この時、「生臭味」をとりさるために0.01%の過酸化水素水を加えた。次にミキサーで2分間、水と共に粉碎しこれを丸底フラスコに移し、水が大豆の5倍量になるよう調整する。これを湯浴上で20分間、水分の蒸散

を防ぎながら煮沸する。発泡はシリコン K_{Seo} によって防止した。煮沸後これを供試料とする。

3 接種納豆菌

納豆製造用納豆菌：京都市内の納豆製造所より入手したもの。

4 製品の調製

大豆の一定量を過酸化水素水 0.01% 加えた水に24時間浸漬し、ミキサーで2分間粉碎し、これを丸底フラスコに移し大豆：水を1：5となす。次に冷却管をつけ湯浴上で20分間煮沸する。この際シリコン K_{Seo} を添加して発泡を防止した。煮沸後、20℃まで放冷し、これを乾熱滅菌を行った三角フラスコにとり試料の1%量の納豆菌を接種する。綿栓をし37℃の恒温器に24時間保持した後、これを製品とする。

製品製造過程における窒素化合物の経時的变化を追求すべく、納豆菌接種直後より毎3時の可溶性窒素、アミノ性窒素、スクレイン窒素、総窒素の各量を定量しこれより蛋白質の分解状況を判定した。又培養中、雑菌の混入による腐敗が考えられるため、アンモニア性窒素の定量も同時に行った。

5 測定方法

① 総 窒 素

Kjeldahl 法により測定。

② 蛋白性窒素

Stutzer-Barnstein 法により測定。

③ 可溶性窒素

試料 5g を秤取しビーカーに採り水 50cc を除々に加えて攪拌しながら15分間保った後、これを濾過し、残渣も同様の操作を行い、濾液の全量を200cc とする。この液 20cc を採り Kjeldahl 法により定量した。

*本学教授 **本学助手 ***本学副手

****昭和38年度卒業生

④ アミノ性窒素

試料の一定量に5倍量の水を加え30分間浸出後、吸引濾過する。後、2倍の水を加えて濾過し濾液を合して煮沸し蛋白質を凝固させた後、濾過する。濾液のペプトン及び蛋白質の中間産物を除去するため、濾液の5%量の硫酸を加えて酸性となし、燐タングステン酸溶液を加えて沈澱が生ずれば、濾過する。この濾液に水を加えて一定量とし、これを試料として formol 法により定量した。

⑤ ヌクレイン窒素

Wedemeyer 法に準じて試料 5g をビーカーに採取し水 245cc にペプシン 0.5g、及び 25%塩酸 5cc を加えガラス板で被覆する。

これを時々攪拌しながら 37°C に24時間保持し、3時間毎に石綿で吸引濾過し、その残渣を用いて Kjeldahl 法により測定した。

⑥ アンモニア性窒素

衛生試験法により測定。

⑦ 供試料および製品

paper chromatography により遊離アミノ酸の分離確認を行った。即ち各試料 5g に水 100cc を加えて吸引濾過し濾液を濃縮して2%液として用いた。対照試験に使用したアミノ酸は arginine, tryptophane, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, glutamic acid, valine, glycine の10種である。

方法は paper chromatography 一次元上昇法による。

濾 紙：東洋濾紙 No. 50

展開温度：24°C

展開時間：15時間

展 開 剤：N-ブタノール：氷酢酸：

水 = 4 : 1 : 2

発 色 剤：0.2%ニンヒドリン溶液

Ⅲ 実験結果

1. 製品製造中における各窒素量の経時的変化を第1表に示す。

第1表に示す如く、

1. 総窒素の変化は殆んどみられない。
1. 蛋白性窒素は減少している。
1. 可溶性窒素は増加している。
1. アミノ性窒素は増加している。

等の結果から経時的に納豆菌により蛋白質が漸時分解されていると考えられる。

1. ヌクレイン窒素の減少したことから、消化率が高くなったと考えられる。

1. アンモニア性窒素はわずかに増加しているが、腐敗には至っていないと考えられる。

第1表 製品製造中における各形態窒素量

窒素形態 時間	総窒素	蛋白性 窒素	可溶性 窒素	アミノ 性窒素	ヌクレ イン窒 素	アンモ ニア性 窒素
0 hr.	0.963%	0.818	0.028	0.070	0.148	0.011
3	0.963	0.818	0.112	0.112	0.148	0.011
6	0.963	0.809	0.140	0.140	0.081	0.014
9	0.958	0.782	0.210	0.143	0.053	0.023
12	0.968	0.773	0.252	0.260	0.052	0.024
15	0.965	0.753	0.280	0.280	0.050	0.028
18	0.975	0.730	0.294	0.294	0.049	0.102
21	0.976	0.700	0.395	0.300	0.042	0.104
24	0.976	0.663	0.480	0.390	0.043	0.137

2. paper chromatography によるアミノ酸定性の結果を第2表に示す。アミノ酸の分別推定は各製造過程におけるエキス及び対照試験の結果及び Rf 値の比較によった。

第2表 純アミノ酸の標準 Rf 値

アミノ酸の種類	Rf 値	色 調
arginine	0.229	紫
alanine	0.350	赤 紫
lysine	0.155	ク
glycine	0.214	紫
glutamic acid	0.280	ク
tyrosine	0.322	淡 紫
methionine	0.431	淡 赤 紫
valine	0.506	ク
phenylalanine	0.580	淡 青 紫
leucine	0.645	淡 赤 紫

第3表 原試料大豆における遊離

アミノ酸の定性

アミノ酸の種類	標準 Rf 値	試料 Rf 値
glycine	0.214	0.214
tyrosine	0.322	0.324
methionine	0.431	0.485
leucine	0.645	0.650

第4表 製品試料における遊離
アミノ酸の定性

アミノ酸の種類	標準 Rf 値	製品 Rf 値	呈色反応
lysine	0.155	0.190	赤 紫
glycine	0.214	0.214	紫
glutamic acid	0.280	0.290	〃
tyrosine	0.322	0.324	淡 紫
methionine	0.431	0.485	淡 赤 紫
valine	0.506	0.504	〃
phenylalanine	0.580	0.580	淡 青 紫
leucine	0.645	0.650	淡 赤 紫

IV 考 察

第1表の結果について、これを原試料に対比した各窒素量の変化は第5表及び第1図に示す如くである。又、各形態窒素の総窒素に対する%を第6表に示した。

第5表 製品製造中における各形態
窒素量と原試料との対比

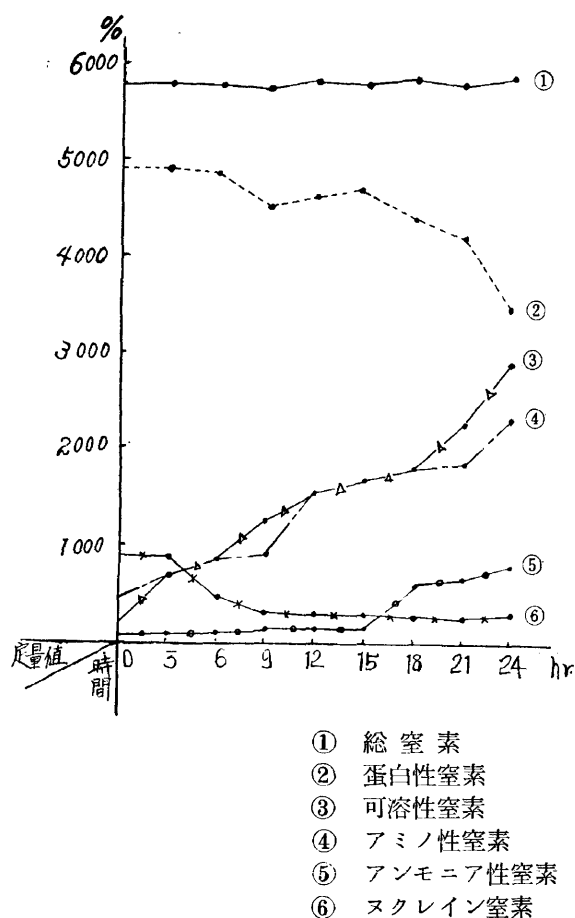
窒素形態 時間	総窒素	蛋白性 窒素	可溶性 窒素	アミノ 性窒素	スクレ イン窒 素	アンモ ニア性 窒素
0 hr.	5.779%	4.907	0.168	0.420	0.890	0.063
3	5.775	4.907	0.672	0.672	0.890	0.063
6	5.779	4.852	0.840	0.840	0.483	0.084
9	5.746	4.520	1.260	0.858	0.315	0.139
12	5.809	4.639	1.512	1.560	0.315	0.141
15	5.788	4.691	1.680	1.680	0.303	0.168
18	5.854	4.377	1.752	1.764	0.285	0.609
21	5.788	4.201	2.280	1.800	0.285	0.626
24	5.853	3.980	2.940	2.340	0.256	0.819

第6表 各形態窒素の総窒素に対する%

窒素形態 時間	蛋白性 窒素	可溶性 窒素	スクレ イン窒 素	アミノ 性窒素	アンモ ニア性 窒素
0 hr.	84.9%	2.9	15.4	0.7	1.9
3	84.9	11.6	15.3	1.2	1.9
6	83.9	14.5	8.3	1.5	1.4
9	77.6	21.9	5.4	1.5	2.4
12	80.1	26.0	5.3	25.8	2.4
15	76.9	29.0	5.2	29.1	2.9
18	73.8	30.1	5.0	30.2	10.4
21	71.7	40.4	4.3	30.8	10.6
24	71.0	49.8	4.2	39.9	13.9

第6表の結果によれば蛋白性窒素は減少し、可溶性

窒素およびアミノ性窒素は増加している。このことは納豆菌により蛋白質が分解されて風味が増大し消化率は高められて栄養的に良好なものになったと考えられる。又、矢部、木村の報告による大豆、豆腐、納豆各々のアミノ性窒素量と製品のアミノ性窒素量の比較は第7表の如くである。

第1図 製品製造過程における各形態
窒素量の変化第7表 各試料におけるアミノ性窒素の
総窒素に対する%

	総窒素 100 に対する アミノ性窒素 (%)
大 豆	1.7
豆 腐 ³⁾	1.4
納 豆	25.0
製 品	39.0

製品の蛋白質分解度は豆腐、納豆と比較して高いことがうかがわれ、かつ呈味成分は納豆よりも増加し、消化率の高い状態になったものと考えられる。

ヌクレイン窒素は経時的に減少し、可溶性窒素は増加の傾向を示していることにより消化率は高められたと考えられるが、ヌクレイン窒素において納豆菌接種9時間以後に顕著な変化がみられないことより、この時までにはすでに易消化の状態に変化しているものと推定される。消化率については常法による著者等の測定によれば第8表に示す如くである。

第8表 大豆加工品の蛋白質消化率(%)

		消化率(%)
大	豆	69.0
豆	腐	95.0
納	豆	85.0
製	品	95.0

製品は納豆に比して10%高い消化率を示し、豆腐とは同等の高消化率を示している。アンモニア性窒素は極めてわずかしき増加していないから、腐敗には至っていないと考えられる。Paper chromatographyの結果より原試料において glycine, tyrosine, methionine, leucine の4種の遊離アミノ酸を確認し、製品においては8個のスポット即ち, lysine, glycine, glutamic acid, tyrosine, methionine, phenylalanine, leucine を認め、栄養価を高め得たと考える。

V 総 括

従来大豆加工食品の栄養価の改善を目的として豆腐における大豆蛋白質の高消化率、納豆における蛋白質の完全利用を兼備した大豆加工食品の製造を試みた。即ち大豆を粉碎して消化吸收を容易ならしめ、納

豆菌の接種により蛋白質を分解させて栄養価を高め且つ、良好な風味を期待した。製品の総窒素、蛋白性窒素、可溶性窒素、アミノ性窒素、ヌクレイン窒素、アンモニア性窒素量の定量を経時的に行って製造過程中的変化を測定した。その結果によれば、

1. 製品製造中の総窒素量は殆んど変化なく、蛋白性窒素は減少し、可溶性窒素、アミノ性窒素は増加の傾向を示した。従って蛋白質は比較的高度に分解されて栄養は高められたと考えられる。
2. 製品製造中のヌクレイン窒素量は減少し、可溶性窒素量は増加の傾向を示した。従って消化率は高められたと考えられる。
3. paper chromatography による結果、大豆では4個の遊離アミノ酸のスポット即ち, glycine, tyrosine, methionine, leucine を認め、製品においては8個のスポット即ち, lysine, glycine, glutamic acid, tyrosine, methionine, valine, phenylalanine, leucine を認めた。この対比によっても本研究による製品は従来大豆加工食品に比し栄養価を改善し得たと考えられる。
4. 官能テストによる結果は製品は豆腐様触覚と納豆様の味覚を有している。

以上の結果より、ヨーグルト類似の形態を有し、納豆の味覚および栄養価、豆腐同様の高消化率を兼備した製品を得たものと考ええる。

参 考 文 献

- 1) 矢部：東化 15, 196—205 農会 24, 3—10 (1894)。
- 2) 木村：東北 41, 413—420 (1920)。
- 3) 劉伯子：日農化 16, 8 (1942)。